

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication : 2 773 518
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
(21) N° d'enregistrement national : 98 00291

(51) Int Cl⁶ : B 60 C 15/00, B 60 C 15/05, 9/22

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 12.01.98.

(30) Priorité :

(43) Date de mise à la disposition du public de la
demande : 16.07.99 Bulletin 99/28.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

(60) Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

(71) Demandeur(s) : COMPAGNIE GENERALE DES ETA-
BLISSEMENTS MICHELIN - MICHELIN ET CIE — FR.

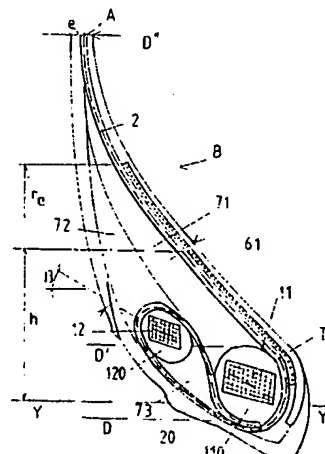
(72) Inventeur(s) : AUXERRE PASCAL.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) :

(54) BOURRELET DE PNEUMATIQUE AVEC ELEMENTS DE RENFORT CIRCONFÉRENTIELS.

(57) Pneumatique, comprenant au moins une armature de
carcasse radiale (2), ancrée dans chaque bourrelet B à
deux tringles (11) et (12) pour former un retournement (20),
caractérisé en ce que, vue en section méridienne, une ar-
mature additionnelle de renforcement (6), formée d'au
moins une nappe (61) d'éléments de renforcement circonfé-
rentiels, est placée, au moins axialement à l'intérieur, le long
l'armature de carcasse (2) dans la région de bourrelet B.



FR 2 773 518 - A1



La présente invention concerne un pneumatique à armature de carcasse radiale destiné à porter de lourdes charges, et plus particulièrement un pneumatique de type "Poids Lourds", destiné à équiper des véhicules tels que, par exemple, les camions, tracteurs routiers, autobus, remorques et autres, et plus particulièrement la nouvelle structure de renforcement des bourrelets desdits pneumatiques.

En général, un pneumatique du type considéré comprend une armature de carcasse formée d'au moins une nappe de câbles métalliques, ancrée dans chaque bourrelet à une tringle, en formant un retournement. L'armature de carcasse est radicalement surmontée d'une armature de sommet, composée d'au moins deux nappes de câbles métalliques, croisés d'une nappe à la suivante en formant avec la direction circonférentielle des angles compris entre 10° et 45° . Les retournements d'armature de carcasse sont généralement renforcés par au moins une nappe de renforcement de bourrelet formée de câbles métalliques orientés à un faible angle par rapport à la direction circonférentielle, compris généralement entre 10° et 30° .

La nappe de renforcement de bourrelet est généralement située axialement à l'extérieur, le long du retournement d'armature de carcasse, avec une extrémité radicalement supérieure située au dessus ou au dessous de l'extrémité radicalement supérieure du retournement d'armature de carcasse. Quant à l'extrémité radicalement inférieure d'une telle nappe de renforcement, elle est généralement située sous une droite parallèle à l'axe

- 2 -

de rotation et passant approximativement par le centre de gravité de la section méridienne de la tringle d'ancrage de l'armature de carcasse.

La solution connue a pour but d'éviter la déradialisation des câbles du retournement de l'armature de carcasse, ainsi que de minimiser les déformations radiales et circonférentielles subies par l'extrémité dudit retournement, et par la couche de caoutchouc extérieure recouvrant le bourrelet et assurant la liaison avec la jante.

La durée de vie des pneumatiques "Poids-Lourds", du fait des progrès accomplis, du fait que certains roulages sont rendus moins pénalisants en ce qui concerne l'usure de la bande de roulement, est devenue telle qu'il est encore nécessaire d'améliorer l'endurance des bourrelets. Ladite amélioration doit porter sur la dégradation des couches de caoutchouc au niveau des extrémités de retournement d'armature de carcasse et extrémités radicalement extérieures des nappes de renforcement de bourrelets. Plus particulièrement dans le cas de pneumatiques soumis à des roulages prolongés, roulages induisant souvent une température élevée des bourrelets, du fait des températures atteintes par les jantes de montage, les mélanges de caoutchouc en contact avec la jante sont alors sujets à une diminution de leurs rigidités, ainsi qu'à une oxydation plus ou moins lente, d'où une tendance très marquée de l'armature de carcasse à se dérouler autour de la tringle sous l'effet de la pression de gonflage intérieure, malgré la présence d'une ou plusieurs nappes de renforcement de bourrelets. Prennent alors naissance des mouvements de tringle, des déformations de cisaillement à toutes les extrémités de nappes, pour

aboutir à la destruction du bourrelet. Ladite amélioration doit aussi, et principalement, porter sur cette deuxième possibilité de dégradation.

Le brevet US 3 301 303 revendique, pour améliorer l'endurance de la zone des bourrelets d'un pneumatique portant des fortes charges, une armature de carcasse enroulée suivant un tracé précis autour de deux tringles de bourrelets pratiquement axialement adjacentes : l'armature de carcasse est d'abord ancrée par retournement autour de la tringle axialement la plus à l'intérieur en allant radicalement de l'extérieur à l'intérieur, puis axialement de l'intérieur à l'extérieur, pour passer ensuite radicalement au dessous de la deuxième tringle, disposée axialement à l'extérieur, pour s'enrouler autour de ladite deuxième tringle en allant radicalement de l'intérieur à l'extérieur puis axialement de l'extérieur à l'intérieur pour former un retournement revenant radicalement sous la première tringle et s'enroulant éventuellement autour de ladite tringle pour être disposé ensuite le long de la face axialement extérieure de la nappe de carcasse.

D'autre part, l'armature de carcasse d'un pneumatique radial, monté sur sa jante de service et gonflé à la pression recommandée, a dans un flanc un profil méridien régulièrement convexe entre approximativement les zones de raccordement d'une part avec le profil méridien de l'armature de sommet et d'autre part avec le bourrelet. En particulier, à partir du rayon où l'armature de carcasse subit l'influence des nappes de renforcement de bourrelets, ladite armature possède dans le bourrelet un profil méridien soit sensiblement rectiligne soit incurvé dans le sens opposé à la courbure dans les flancs, c'est-à-dire sensiblement parallèle à la courbure des rebords de

jante à partir d'un point d'inflexion situé radicalement approximativement au niveau de l'extrémité radicalement supérieure de la nappe de renforcement de bourrelet, placée le long du retournement d'armature de carcasse.

Une telle disposition associant deux tringles dans un bourrelet à un profil méridien présentant un point d'inflexion dans la région du bourrelet, améliore de manière importante l'endurance des bourrelets dans le cas de roulage sur une jante chauffante, mais devient cependant insuffisante, dans les cas d'un roulage où les charges supportées deviennent supérieures, ou les pressions de gonflage inférieures, aux charges et pressions recommandées, et plus particulièrement lorsque le rapport de la hauteur sur jante H sur la largeur axiale maximale S du pneumatique devient inférieur à 0,8.

Les recherches de la demanderesse ont permis d'arriver à la conclusion que le profil méridien d'armature des carcasse dans la région du changement de courbure dans le bourrelet devait être renforcé par au moins une armature de renforcement de bourrelet.

Afin d'améliorer l'endurance des bourrelets d'un pneumatique à rapport de forme H/S inférieur à 0,8, destiné à équiper un véhicule portant de lourdes charges, ledit pneumatique, conforme à l'invention, comprend au moins une armature de carcasse radiale, formée d'au moins une nappe d'éléments de renforcement inextensibles, ancrée dans chaque bourrelet B à au moins deux tringles proches l'une de l'autre, retournée autour de la première et

ensuite enroulée autour de la deuxième pour former un retournement, et il est caractérisé en ce que, vue en section méridienne, ladite armature additionnelle de renforcement, formée d'au moins une nappe d'éléments de renforcement circonférentiels est placée le long de l'armature de carcasse, au moins axialement à l'intérieur, dans la région de bourrelet où le tracé du profil méridien de ladite armature de carcasse change de courbure pour devenir rectiligne ou concave jusqu'au point de tangence T avec la couche d'enrobage quasi circulaire de la première tringle d'ancrage, ladite armature de renforcement ayant son extrémité radicalement inférieure radicalement au dessous de la droite D', parallèle à l'axe de rotation et passant par le point, de la couche d'enrobage de la première tringle d'ancrage, radicalement le plus éloigné de l'axe de rotation, mais au dessus de la droite D, parallèle à l'axe de rotation et passant par le point, de la couche d'enrobage de la première tringle d'ancrage, radicalement le plus proche de l'axe de rotation.

L'armature additionnelle de renforcement aura préférentiellement son extrémité radicalement supérieure située à une distance radiale de la droite D, comprise entre une quantité égale à la demi-distance radiale entre les droites D et D" augmentée de la demi-distance radiale entre les droites D et D' et une quantité égale à la demi-distance radiale entre les droites D et D" diminuée de la demi-distance radiale entre les droites D et D', la droite D" étant la droite de plus grande largeur axiale.

La droite D" de plus grande largeur axiale est, par définition, la droite parallèle à l'axe de rotation et passant par le point du profil méridien

- 6 -

d'armature de carcasse correspondant au point de plus grande largeur axiale lorsque le pneumatique est monté sur sa jante de service et gonflé à la pression recommandée et non chargé.

Les éléments de l'armature additionnelle de renforcement sont dits circonférentiels si l'angle qu'ils forment avec la direction circonférentielle est compris entre $+ 5^{\circ}$ et $- 5^{\circ}$.

Quel que soit le chemin suivi par l'armature de carcasse pour son ancrage aux deux tringles du bourrelet, par exemple le tracé tel que décrit dans le brevet US 3 301 303 et défini ci-dessus, ou alors un tracé défini par un premier retournement autour de la tringle axialement la plus à l'intérieur en allant de l'intérieur à l'extérieur, puis un passage axialement entre les deux tringles pour se trouver radicalement au-dessus de la tringle axialement la plus à l'extérieur, se retourner autour de ladite tringle en allant radicalement du haut vers le bas et axialement de l'extérieur vers l'intérieur, et ensuite se retrouver radicalement au-dessous de la tringle la plus à l'intérieur, il est avantageux que l'extrémité du retournement soit situé radicalement sous la tringle axialement la plus à l'intérieur.

Une modification avantageuse du bourrelet ainsi obtenu réside dans le fait que la droite joignant les deux centres de gravité des sections transversales de tringles n'est plus parallèle à l'axe de rotation, mais fait avec ce dernier un angle β ouvert axialement et radicalement vers l'extérieur compris entre 20° et 60° .

Cette structure permet ainsi une reprise partielle des efforts de tension méridiens subis par l'armature de carcasse, et ainsi minimise les déformations possibles de retournement d'armature de carcasse, quelles que soient les conditions de roulage.

La reprise des efforts sera d'autant plus importante que les éléments de renforcement de la nappe additionnelle seront plus nombreux ; ils seront préférentiellement métalliques, en acier et jointifs sur toute la longueur de la nappe de renforcement. Des éléments de renforcement sont dits jointifs, si, dans la direction perpendiculaire auxdits éléments, la distance séparant deux éléments adjacents est réduite au maximum.

La reprise des efforts de tension méridienne d'une armature de carcasse est connue en soi par de nombreux documents. Le brevet FR 750 726 de la demanderesse enseigne le collage des nappes d'armature de carcasse à des armatures auxiliaires, chacune formée de fil enroulé en spirale et présentant en conséquence une flexibilité notable dans le sens transversal. Ledit collage est réalisé de sorte que deux nappes d'armature de carcasse enserrent une armature auxiliaire, ledit enserrement se faisant en l'absence de tringle et de retournement d'armature de carcasse.

Le brevet FR 1 169 474 enseigne aussi de supprimer la tringle usuellement employée par des petites nappes de fils ou câbles métalliques inclinées sur le parallèle d'accrochage, l'angle d'inclinaison pouvant descendre jusqu'à 5°, la (les) nappe(s) d'armature de carcasse étant retournées ou non.

Le brevet FR 1 234 995 prévoit le remplacement des éléments de renforcement usuellement obliques de la(des) nappe(s) de renforcement de bourrelet destinée(s) à réduire les mouvements de l'accrochage contre le rebord de jante, par des éléments circonférentiels, l'armature de renforcement pouvant être disposée entre la partie principale de l'armature de carcasse et le retournement de ladite armature, ou axialement à l'extérieur dudit retournement d'armature de carcasse.

Nous retrouvons les mêmes armatures de renforcement de bourrelet à éléments circonférentiels dans le brevet FR 1 256 432, lesdits éléments étant destinés à la reprise dans son intégralité des efforts de tension d'armature de carcasse, et dans le cas de pneumatiques pour véhicules de tourisme, en l'absence de tringles d'ancrage ou toute autre nappe de renforcement.

Le document FR 2 055 988 décrit un certain nombre d'applications possibles d'une armature de renforcement de bourrelet à éléments circonférentiels, en particulier l'utilisation d'une telle armature au lieu et place de l'armature usuelle à éléments obliques disposés axialement à l'extérieur du retournement d'armature de carcasse.

Les problèmes d'endurance cités ci-dessus et qui sont influencés par la température de fonctionnement des bourrelets ont été, en très faible partie, résolus par une structure de bourrelet dite amincie, par exemple obtenue par les moyens décrits dans le brevet FR 2 451 016 qui enseigne, dans ce but, de conférer à la paroi extérieure du pneumatique, comprise entre le

point où ladite paroi quitte le contact de la jante et le point où ladite paroi atteint sa distance maximale par rapport au plan équatorial, une concavité relativement importante, lorsque le pneumatique est monté sur sa jante de service et gonflé à la pression recommandée.

L'armature de carcasse, de manière à réduire le plus possible le volume des bourrelets, est avantageusement formée d'éléments de renforcement en matériau textile, ce qui permet de réaliser aisément les enroulements d'armature autour des tringles. Il est cependant parfois exigé, pour différentes raisons, la présence d'une armature de carcasse métallique en particulier dans les régions du sommet et des flancs du pneumatique. Une solution préférentielle de l'invention consiste alors à doter ledit pneumatique d'une armature de carcasse en trois parties : une première partie d'éléments de renforcement métalliques passant au moins sous l'armature de sommet et dans les flancs, et deux autres parties, formées d'éléments de renforcement textiles, retournées et enroulées autour des deux tringles d'ancrage de chaque bourrelet. Les bords de la partie métallique, partie pouvant être ou non retournée autour des tringles d'ancrage, présentent, avec les bords axialement intérieurs des parties textiles, une longueur commune de chevauchement, au moins située dans la région où se trouve l'armature additionnelle d'éléments de renforcement circonférentiels.

L'endurance des bourrelets, conformes à l'invention, peut aussi être améliorée par un amincissement desdits bourrelets, en conférant à l'armature de carcasse ancrée à deux tringles dans un bourrelet un profil

méridien ne présentant pas de changement de courbure dans la région des bourrelets. Ledit profil méridien est alors caractérisé en ce que, vu en section méridienne, son tracé, compris entre le point A de plus grande largeur axiale et le point de tangence T avec la couche d'enrobage quasi circulaire de la première tringle d'ancrage, est convexe et circulaire sur toute sa longueur, le centre de courbure étant situé sur la droite D" de plus grande largeur axiale, tel que l'épaisseur ϵ du bourrelet B, mesurée sur une perpendiculaire audit profil méridien en un point C de hauteur hC, comprise entre 30 et 40 mm, mesurée par rapport à la base de bourrelet YY', soit comprise entre 2 et 2,5 fois l'épaisseur e du flanc mesurée sur la droite D" de plus grande largeur axiale.

Non seulement la combinaison de la présence de deux tringles d'ancrage par bourrelet avec la présence d'une armature de renforcement de bourrelet, à éléments circonférentiels, et disposée, conformément à l'invention, à l'intérieur de la partie principale de l'armature de carcasse, permet l'amélioration de l'endurance des bourrelets, mais elle permet en outre, en combinaison avec le profil méridien entièrement convexe de l'armature de carcasse décrit ci-dessus, d'obtenir une très nette diminution du poids du pneumatique tout en n'altérant pas ses propriétés. Ladite diminution de poids peut être avantageusement accentuée par le remplacement des tringles à fils métalliques rectangulaires, généralement utilisées dans le type de pneumatique considéré, par des tringles plus économiques de type "tressé", c'est-à-dire formée d'un tressage hélicoïdal de plusieurs fils métalliques, ou des tringles de type "paquet" à section polygonale, c'est-à-dire des tringles obtenues par l'enroulement sur une

forme d'un fil métallique conduisant à plusieurs couches de différentes largeurs. Les types de tringle ci-dessus permettent de plus un moindre encombrement du fait de la forme de leurs sections transversales et de la diminution possible desdites sections, respectivement de l'ordre de 30% et 50% pour chacune, ce qui conduit par rapport à l'application de l'invention au cas de tringles à fils rectangulaires plus encombrantes, à avoir une épaisseur de bourrelet plus amincie.

L'armature de renforcement de bourrelet ainsi décrite peut être réalisée séparément par enroulement en spirale sur un support horizontal de forme appropriée, et ensuite transférée sur l'ébauche de pneumatique non vulcanisée. La fabrication d'un tel pneumatique sera cependant avantageusement facilitée par l'emploi, à titre d'éléments de renforcement, de tronçons ou d'ensembles ou groupes de tronçons de câbles, de longueur circonférentielle comprise entre 0,2 et 0,4 fois la longueur circonférentielle de la nappe de renforcement, ce qui permet la pose de l'armature de renforcement de bourrelet sur le tambour de confection de l'ébauche crue d'armature de carcasse et la mise sous forme torique de ladite ébauche sans difficultés majeures, et ladite longueur moyenne étant mesurée à la pose sur ledit tambour de confection. Les interstices ou coupures circonférentielles entre éléments coupés sont préférentiellement décalés les uns par rapport aux autres.

Les caractéristiques de l'invention seront mieux comprises à l'aide de la description qui suit et qui se réfère au dessin, illustrant à titre non limitatif des exemples d'exécution, et sur lequel :

- la figure 1 représente schématiquement une structure de pneumatique, connu par l'état de la technique,
- la figure 2 représente schématiquement et en vue agrandie une première variante de bourrelet conforme à l'invention, dans sa version normale,
- la figure 3 représente schématiquement une deuxième variante de bourrelet conforme à l'invention, les tringles étant des tringles tressées et le bourrelet étant aminci,
- la figure 4 représente schématiquement une variante de l'invention avec une armature de carcasse en trois parties.

Le pneumatique P de l'art antérieur, représenté sur la figure 1 est un pneumatique de dimension 205/75 R 17.5, destiné à être monté sur une jante comportant des sièges de jante J inclinés à 15°. Ledit pneumatique comprend une bande de roulement (4) réunie à deux bourrelets B par l'intermédiaire de deux flancs (5). Chaque bourrelet B est renforcé par une tringle (1) formée par l'enroulement sur une forme appropriée d'un fil à section quadrilatère jusqu'à obtention de plusieurs rangées de fils radialement juxtaposées. Autour de ladite tringle (1) est ancrée une armature de carcasse (2), composée d'une seule nappe de câbles de polyamide aromatique. L'armature de carcasse (2) possède, vue en section méridienne, un profil méridien, entre le point A de plus grande largeur axiale et le point de tangence T dudit profil avec la couche d'enrobage (10)

quasi circulaire de la tringle (1) (il est écrit quasi circulaire parce que la couche d'enrobage n'a pratiquement jamais une forme transversale parfaitement circulaire), présentant deux courbures : le profil est convexe du point A au point J d'inflexion situé radialement au-dessus de la tringle, et il est concave dudit point d'inflexion jusqu'au point T de tangence. L'ancrage de l'armature de carcasse (2) se fait par un retournement (20) autour de la couche (10) de mélange caoutchouteux qui recouvre la tringle (1), la distance radiale h , séparant l'extrémité radialement supérieure dudit retournement (20) de la droite YY' (parallèle à l'axe de rotation et définissant le diamètre nominal du bourrelet, qui est aussi, dans le cas présent, celui de la jante) et étant égale, dans l'exemple étudié du pneumatique de dimension 205/75 R 17.5, à 25 mm. Entre l'armature de carcasse (2) et son retournement (20), radialement au dessus de la tringle (1), est disposé un bourrage tringle (71) en mélange caoutchouteux de dureté Shore généralement élevée. Axialement à l'extérieur du retournement (20), se trouve une nappe de renforcement (6) formée de câbles métalliques inextensibles faiblement orientés par rapport à la direction circonférentielle, et dont l'extrémité radialement supérieure est plus éloignée de l'axe de rotation que l'extrémité supérieure du retournement (20) d'armature de carcasse (2). Ladite nappe (6) est d'une part, séparée de l'armature de carcasse (2) et du bourrage tringle (71) par un deuxième bourrage (72) de remplissage, et d'autre part, du mélange caoutchouteux de protection (8) qui entoure le bourrelet, par un troisième bourrage (73).

Le bourrelet B du pneumatique de dimension 205/75 R 17.5, conforme à l'invention et montré sur la figure 2, est renforcé par deux tringles (11) et (12), chacune desdites tringles à fils rectangulaires, c'est-à-dire formée par l'enroulement sur une forme appropriée d'un fil à section rectangulaire jusqu'à obtention de plusieurs rangées de fils radialement juxtaposées, étant enrobée dans un mélange de caoutchouc (110) (120) à haut module d'élongation. La droite joignant les deux centres de gravité des sections transversales de tringles (11) et (12) fait avec l'axe de rotation un angle β , ouvert axialement et radialement vers l'extérieur, égal à 26° . L'armature de carcasse (2) est formée, dans le cas décrit, d'une seule nappe (2) en polyamide aromatique, et son ancrage se fait au moyen des deux tringles (11) et (12). Le profil méridien de ladite armature (2) est, comme défini ci-dessus, tangent en T à la couche d'enrobage quasi circulaire (110) de la première tringle (11), axialement et radialement la plus à l'intérieur, pour s'enrouler ensuite autour de ladite tringle (11) en allant radialement de l'extérieur à l'intérieur et axialement de l'intérieur à l'extérieur, puis se prolonger jusqu'à la deuxième tringle (12), et s'enrouler autour de ladite tringle (12) en allant radialement de l'intérieur vers l'extérieur et axialement de l'extérieur vers l'intérieur et enfin radialement de l'extérieur vers l'intérieur pour aller rejoindre la première tringle (11) axialement à l'extérieur et avoir son extrémité radialement sous ladite première tringle (11). La disposition des bourrages de caoutchouc entre les différents éléments de renforcement est alors modifiée comme suit : axialement et radialement à l'extérieur de la tringle axialement intérieure (11) se trouve un premier bourrage (71), axialement et radialement à l'extérieur de la tringle axialement extérieure se trouve un

deuxième bourrage (72), alors que, radialement et axialement à l'intérieur de la tringle axialement extérieure (12) se trouve un troisième bourrage (73).

Ladite disposition peut être modifiée en ce sens que le complexe formé par la tringle axialement extérieure (12) entourée de l'enrobage (120) et le bourrage (73) peut être remplacé par un unique bourrage de caoutchouc (73). Il est alors avantageux que le module sécant d'élasticité à la tension dudit bourrage unique soit élevé : mesuré sous 1% d'allongement relatif, ce module est préférentiellement au moins égal à 10 MPa.

Le profil méridien de l'armature de carcasse (2) est de manière continue convexe entre le point A de plus grande largeur axiale et le point de tangence T à l'enrobage (110) de la tringle (11) axialement la plus à l'intérieur sans présenter de point J d'inflexion. La convexité dudit profil, de rayon unique R, dont le centre de courbure étant situé sur la droite D" de plus grande largeur axiale, est telle que l'épaisseur ϵ du bourrelet B, mesurée sur une perpendiculaire audit profil méridien en un point C de hauteur h_C , égale à 34 mm, mesurée par rapport à la base de bourrelet YY', soit égale à 19 mm, soit 2,5 fois l'épaisseur e du flanc mesurée sur la droite D" de plus grande largeur axiale, alors que l'épaisseur, mesurée dans les mêmes conditions, du bourrelet de la figure 1 est égale à 22 mm.

Le bourrelet est aussi caractérisé par la présence d'une armature de renforcement (6) composée d'une nappe (61) de renforcement de bourrelet, formée d'éléments circonférentiels métalliques en acier qui sont des

câbles 19 x 28 métalliques coupés, la longueur desdits éléments ou tronçons de câbles étant égale au quart de la longueur circonférentielle de ladite nappe (61), mesurée à son rayon de pose avant conformation de l'ébauche non vulcanisée d'armature de carcasse, ladite nappe (61) étant placée axialement à l'intérieur de l'armature de carcasse (2) et non axialement à l'extérieur du retournement (20) de l'armature de carcasse (2). Les espaces entre extrémités d'éléments avant conformation de l'ébauche ont de faible amplitude (3 mm) et sont décalés circonférentiellement entre eux.

L'extrémité radialement inférieure de la nappe (61) est distante de l'axe de rotation du pneumatique d'une quantité égale à 227 mm, c'est-à-dire comprise entre la distance de 223 mm séparant de l'axe de rotation la droite D passant par le point, de la couche d'enrobage quasi circulaire (110) de la première tringle d'ancrage (10) le plus proche de l'axe de rotation et la distance de 233 mm séparant de l'axe de rotation la droite D' passant par le point de la couche d'enrobage (110) le plus éloigné dudit axe de rotation.

Quant à l'extrémité radialement supérieure, elle est située radialement, dans le cas décrit, à une distance r_e de l'axe de rotation égale à 255 mm, quantité qui est comprise entre une quantité de 265 mm, égale à la demi-somme 260 mm des distances respectives à l'axe de rotation des droites D et D" ($297 + 223/2$), la droite D" de plus grande largeur axiale passant par le point A étant à 297 mm de l'axe de rotation) augmentée de la demi-distance radiale de 5 mm entre les droites D et D' ($233 - 223/2$), et une

quantité de 255 mm, égale à la demi-somme 260 mm des distances respectives à l'axe de rotation des droites D et D" diminuée de la demi-distance radiale de 5 mm entre les droites D et D'.

Le bourrelet B, montré sur la figure 3, présente, vu en section méridienne, un profil méridien d'armature de carcasse (2) qui, comme dans le cas de la figure 2, entre le point A de plus grande largeur axiale et le point de tangence T dudit profil avec le cercle circonscrit à la couche d'enrobage (110) de la première tringle (11) est de manière continue convexe, sans point d'inflexion J dans la région du bourrelet. Ledit bourrelet de la figure 3 diffère de celui de la figure 2, d'une part par le fait que la première tringle (11) axialement et radialement la plus à l'intérieur est une tringle de type "tressé" qui, à aire de section transversale égale à l'aire de section d'une tringle à fils rectangulaire, permet un encombrement globalement moindre, et d'autre part par le fait que le complexe formé par la tringle axialement extérieure (12) et le profilé de caoutchouc (73) est remplacé par un unique bourrage (73), ce qui accentue l'amincissement du bourrelet et la diminution de poids du pneumatique. La disposition ci-dessus permet d'obtenir une épaisseur de bourrelet ϵ , mesurée sur une perpendiculaire audit profil méridien en un point C de hauteur h_C , égale à 30 mm, mesurée par rapport à la base de bourrelet YY', soit égale à 17 mm, soit 2,2 fois l'épaisseur e du flanc mesurée sur la droite D" de plus grande largeur axiale. La nappe de renforcement de bourrelet (6), composée d'éléments circonférentiels, est, comme dans le cas montré sur la figure 2, placée axialement à l'intérieur de l'armature de carcasse (2) et non axialement à l'extérieur du retournement (20) de l'armature de carcasse (2).

Le bourrelet B de la figure 4 diffère de celui de la figure 3 uniquement par le fait que l'armature de carcasse (2) du pneumatique considéré est composée d'une première partie (21) formée de câbles métalliques, et de deux parties (22) formées de câbles textiles. La première partie (21) a, d'une part un tracé de profil méridien passant sous le sommet (non montré) et dans les flancs, et d'autre part deux bords (210) partiellement retournés autour du complexe formé par la tringle d'ancrage (11) et le profilé (73). Chaque deuxième partie a un bord axialement intérieur (220), qui présente avec un bord (210) de la première partie une longueur commune de chevauchement, et telle que l'extrémité radialement supérieure dudit bord soit radialement à l'intérieur de l'extrémité radialement supérieure de la nappe additionnelle de renforcement (61). Ladite deuxième partie est retournée autour de la tringle (11), pour aller ensuite s'enrouler autour de l'unique bourrage (73) et présenter un deuxième bord situé radialement sous la tringle (11).

Les pneumatiques P_{AB} de la dimension décrite et comprenant des bourrelets à deux tringles de type "tressé", un profil d'armature de carcasse aminci et une nappe additionnelle de renforcement de bourrelet à éléments circonférentiels et située axialement à l'intérieur de l'armature de carcasse, ont été comparés

- à des pneumatiques P_T usuels, c'est à dire comprenant des bourrelets d'épaisseur usuelle, ne comportant qu'une seule tringle à fils rectangulaires et où la nappe de renforcement de bourrelet est une nappe

de câbles métalliques continus orientés à 22° par rapport à la direction circonférentielle et disposée axialement à l'extérieur du retournement d'armature de carcasse, tel que montré sur la figure 1 du dessin, et

- à des pneumatiques P_A , identiques aux pneumatiques P_T , mais avec des bourrelets à deux tringles d'ancrage, et
- à des pneumatiques P_B , identiques aux pneumatiques P_T mais des bourrelets amincis, une tringle de type "tressé" et une armature additionnelle de renforcement de bourrelet, à éléments circonférentiels et située axialement à l'intérieur de l'armature de carcasse.

La comparaison s'est réalisée sur deux critères de qualité, fondamentaux pour l'endurance des bourrelets de pneumatiques : endurance sous surcharge, et l'endurance sur jante chauffante. Dans les mêmes conditions de roulage pour toutes les enveloppes testées, les pneumatiques P_T usuels font en moyenne (2 testés par catégorie) 36 000 km en roulage surchargé et 5 100 km en roulage jante chauffante. Les pneumatiques P_A avec des bourrelets à deux tringles font respectivement dans les deux mêmes roulages 27 000 km et 21 000 km, ce qui représente un gain important en endurance sur jante chauffante. Les pneumatiques P_B ont réalisé dans les mêmes conditions de roulage et dans les deux tests 72 000 km et 5 900 km, alors que les pneumatiques P_{AB} ont réalisé 93 000 km et 31 000 km, ce qui représente un progrès considérable. Des pneumatiques P_C comportant des bourrelets à épaisseur normale, deux tringles d'ancrage dans chaque bourrelet et une armature de renforcement additionnelle de bourrelet, à

éléments circonférentiels et située axialement à l'intérieur de l'armature de carcasse, ont quant à eux atteint les kilométrages qui suivent : 61 000 km en roulage avec surcharge et 29 000 km en roulage sur jante chauffante.

Lesdits résultats montrent de manière très nette l'effet puissant de la présence de deux tringles d'ancrage dans un bourrelet pour la tenue en endurance sur jante chauffante. Par contre, dans un roulage avec surcharge, ladite présence est loin d'être bénéfique, elle est plutôt néfaste dans le cas d'un pneumatique de constitution normale avec des épaisseurs normales et des armatures de renforcement de bourrelet normales. Ladite influence néfaste est, de manière inattendue, annulée dans le cas de pneumatiques où l'on a remplacé l'armature usuelle de renforcement de bourrelet sur le retournement d'armature de carcasse par une armature de renforcement à éléments circonférentiels et située axialement à l'intérieur de l'armature de carcasse, et, de manière encore plus inattendue, transformée en effet bénéfique dans le cas de pneumatiques comportant des bourrelets amincis combinés à la présence de l'armature de renforcement additionnelle à éléments circonférentiels à l'intérieur de l'armature de carcasse, alors que le rendement en roulage sur jante chauffante est encore amélioré, ce qui rend la combinaison P_{AB} particulièrement performante.

REVENDICATIONS

1. Pneumatique à rapport de forme H/S inférieur à 0,8, destiné à équiper un véhicule portant de lourdes charges, ledit pneumatique comprenant au moins une armature de carcasse radiale (2), formée d'au moins une nappe (2) d'éléments de renforcement inextensibles, ancrée dans chaque bourrelet B à au moins deux tringles (11, 12) proches l'une de l'autre, retournée autour de la première tringle et ensuite enroulée autour de la deuxième tringle pour former un retournement (20), caractérisé en ce que, vue en section méridienne, ladite armature additionnelle de renforcement (6), formée d'au moins une nappe (61) d'éléments de renforcement circonférentiels, est placée le long de l'armature de carcasse (2), au moins axialement à l'intérieur, dans la région de bourrelet B où le tracé du profil méridien de ladite armature (2) change de courbure pour devenir rectiligne ou concave jusqu'au point de tangence T avec la couche d'enrobage quasi circulaire de la première tringle d'ancrage (11), ladite armature de renforcement (6) ayant son extrémité radialement inférieure radialement au dessous de la droite D', parallèle à l'axe de rotation et passant par le point, de la couche d'enrobage (110) de la première tringle d'ancrage (11), radialement le plus éloigné de l'axe de rotation, mais au dessus de la droite D, parallèle à l'axe de rotation et passant par le point, de la couche d'enrobage (110) de la première tringle d'ancrage (11), radialement le plus proche de l'axe de rotation.

- 2 - Pneumatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'extrémité radialement supérieure de l'armature de renforcement additionnelle (6) est située à une distance radiale de la droite D, comprise entre une quantité égale à la demi-distance radiale entre les droites D et D" augmentée de la demi-distance radiale entre les droites D et D' et une quantité égale à la demi-distance radiale entre les droites D et D" diminuée de la demi-distance radiale entre les droites D et D', la droite D" étant la droite de plus grande largeur axiale.
- 3 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le profil méridien de l'armature de carcasse (2), tangent en T à l'enrobage (110) de la première tringle (11), axialement et radialement la plus à l'intérieur, s'enroule ensuite autour de ladite tringle (11) en allant radialement de l'extérieur à l'intérieur et axialement de l'intérieur à l'extérieur, puis se prolonger axialement vers l'extérieur jusqu'à la deuxième tringle (12), pour s'enrouler autour de ladite tringle (12) en allant radialement de l'intérieur vers l'extérieur et axialement de l'extérieur vers l'intérieur pour former un retournement (20) allant radialement de l'extérieur vers l'intérieur pour aller rejoindre la première tringle (11) axialement à l'intérieur.
- 4 - Pneumatique selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'extrémité du retournement (20) d'armature de carcasse (2) est situé radialement sous la tringle (11) axialement et radialement la plus à l'intérieur.

- 5 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la droite joignant les deux centres de gravité des sections transversales de tringles (11) et (12) fait avec l'axe de rotation un angle β ouvert axialement et radialement vers l'extérieur compris entre 20° et 60° .
- 6 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le complexe formé par la tringle axialement extérieure (12) et le bourrage (73), situé radialement et axialement à l'intérieur de ladite deuxième tringle (12) est remplacé par un unique bourrage de caoutchouc (73), dont le module sécant d'élasticité à la tension est, mesuré sous 1% d'allongement relatif, au moins égal à 10 MPa.
- 7 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le profil méridien de l'armature de carcasse (2) ne présente pas de changement de courbure dans la région des bourrelets B, ledit profil méridien ayant, vu en section méridienne, un tracé, compris entre le point A de plus grande largeur axiale et le point de tangence T avec la couche d'enrobage quasi circulaire (110) de la première tringle d'ancrage (11), est convexe et circulaire sur toute sa longueur, le centre de courbure étant situé sur la droite D" de plus grande largeur axiale, tel que l'épaisseur ε du bourrelet B, mesurée sur une perpendiculaire audit profil méridien en un point C de hauteur h C, comprise entre 30 et 40 mm, mesurée par rapport à la base de bourrelet YY', soit comprise entre 2 et 2,5 fois l'épaisseur e du flanc mesurée sur la droite D" de plus grande largeur axiale.

- 8 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les éléments de renforcement circonférentiels de l'armature de renforcement (6) de bourrelet B sont métalliques et en acier.
- 9 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que les tringles d'ancrage (11) et (12) de l'armature de carcasse (2) sont des tringles de type "tressé".
- 10 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que les éléments de renforcement de l'armature de renforcement (6) de bourrelet B sont des tronçons ou des ensembles de tronçons de câbles métalliques, de longueur circonférentielle comprise entre 0,2 et 0,4 fois la longueur circonférentielle de l'armature de renforcement (6), mesurée à son rayon de pose avant conformation de l'ébauche non vulcanisée d'armature de carcasse.
- 11 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'armature de carcasse (2) est formée d'éléments de renforcement en matériau textile.
- 12 - Pneumatique selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'armature de carcasse (2) est formée de trois parties : une première partie (21) d'éléments de renforcement métalliques passant au moins sous l'armature de sommet et dans les flancs dudit pneumatique, et deux autres parties (22), formées d'éléments de

renforcement textiles, retournées et enroulées autour des deux tringles d'ancrage (11, 12) de chaque bourrelet B, chaque bord (210) de la partie métallique présentant, avec chaque bord axialement intérieur (220) d'une partie textile, une longueur commune de chevauchement, au moins située dans la région où se trouve l'armature additionnelle (6) d'éléments de renforcement circonférentiels.

1 / 4

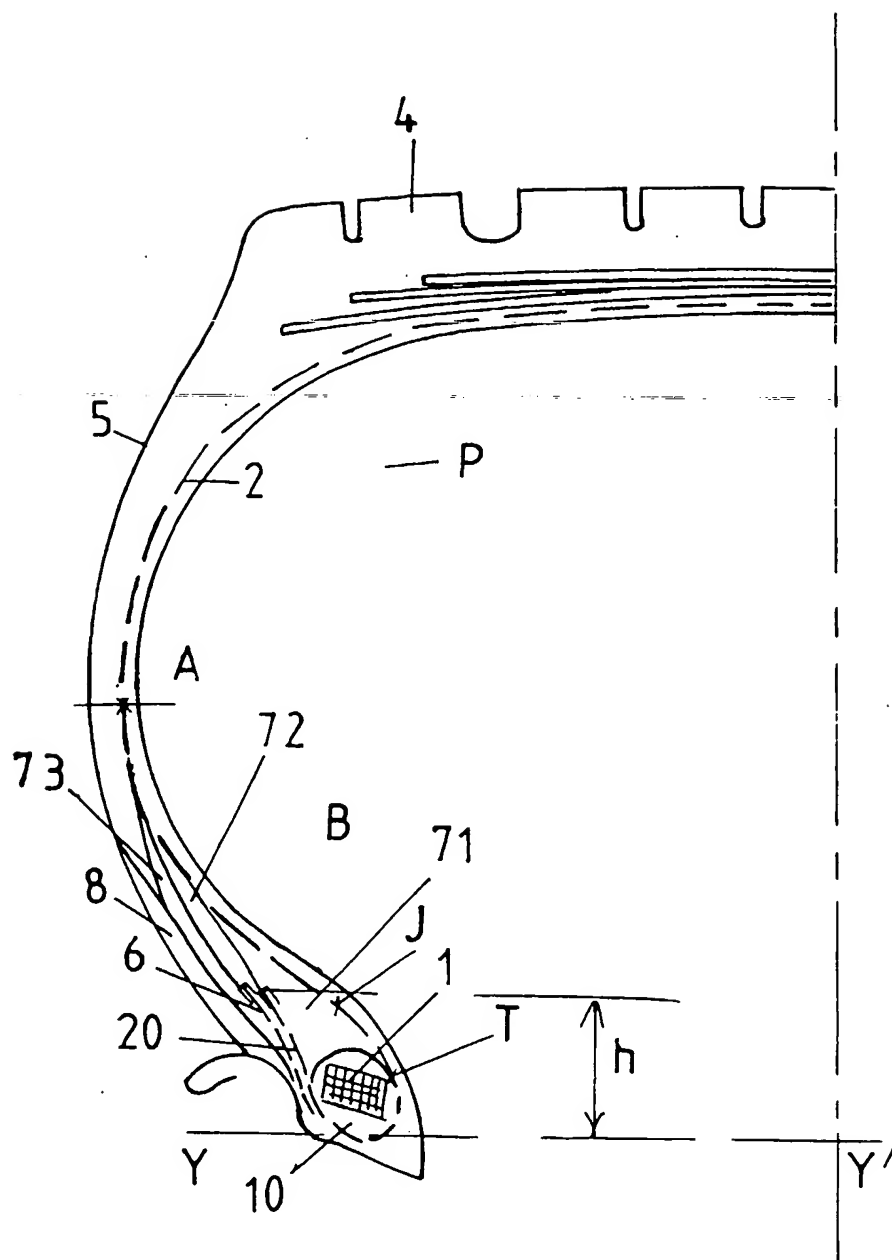
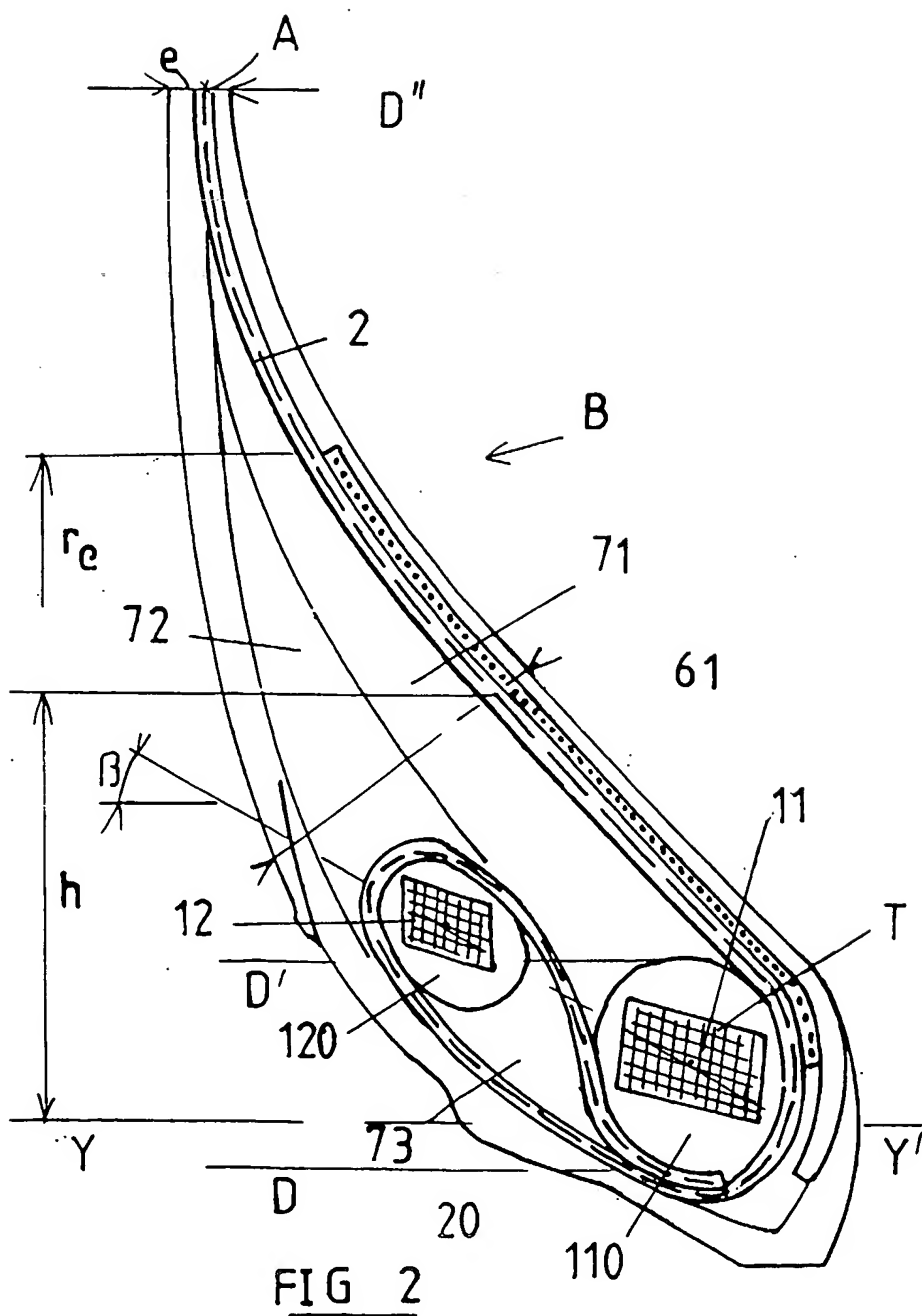


FIG 1

2 / 4



3 / 4

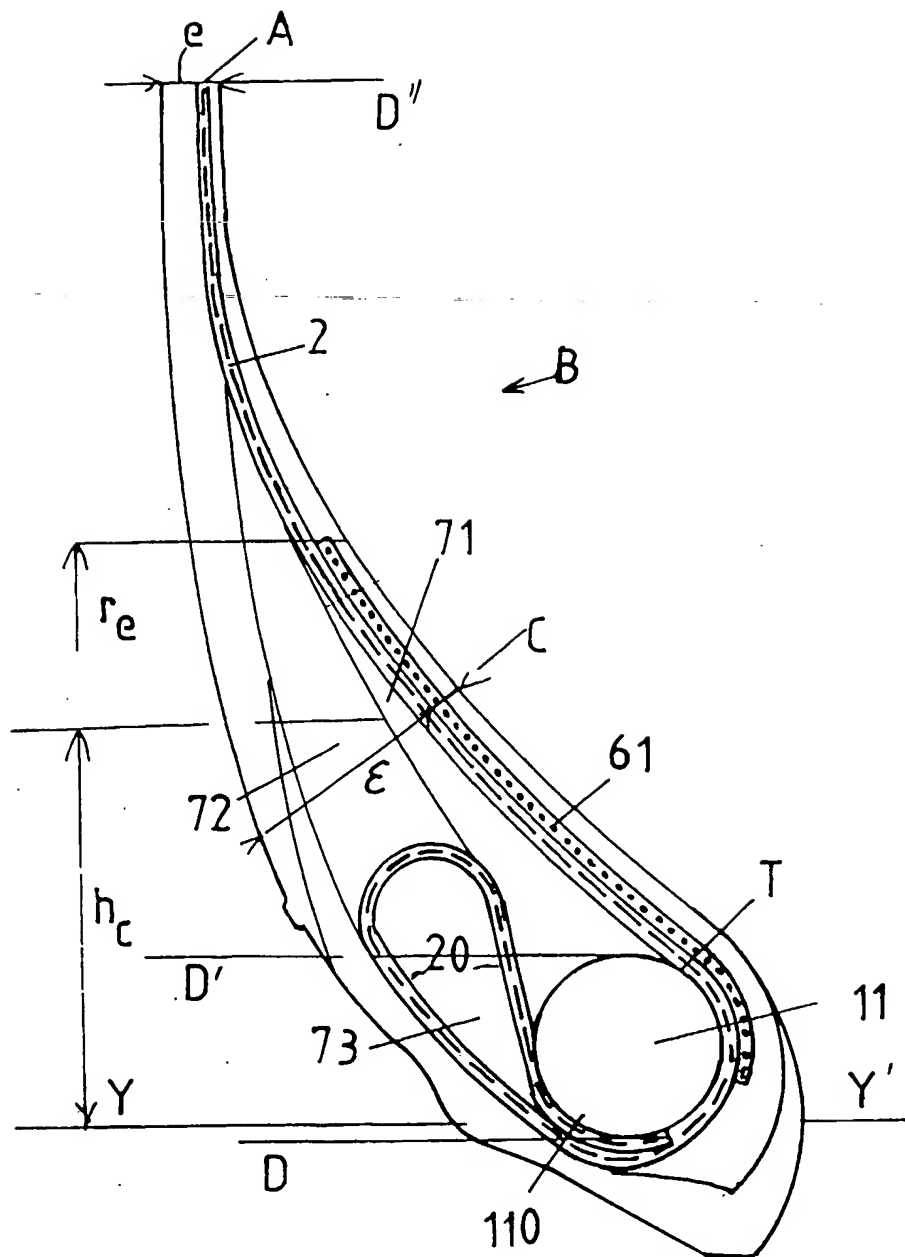


FIG 3

4 / 4

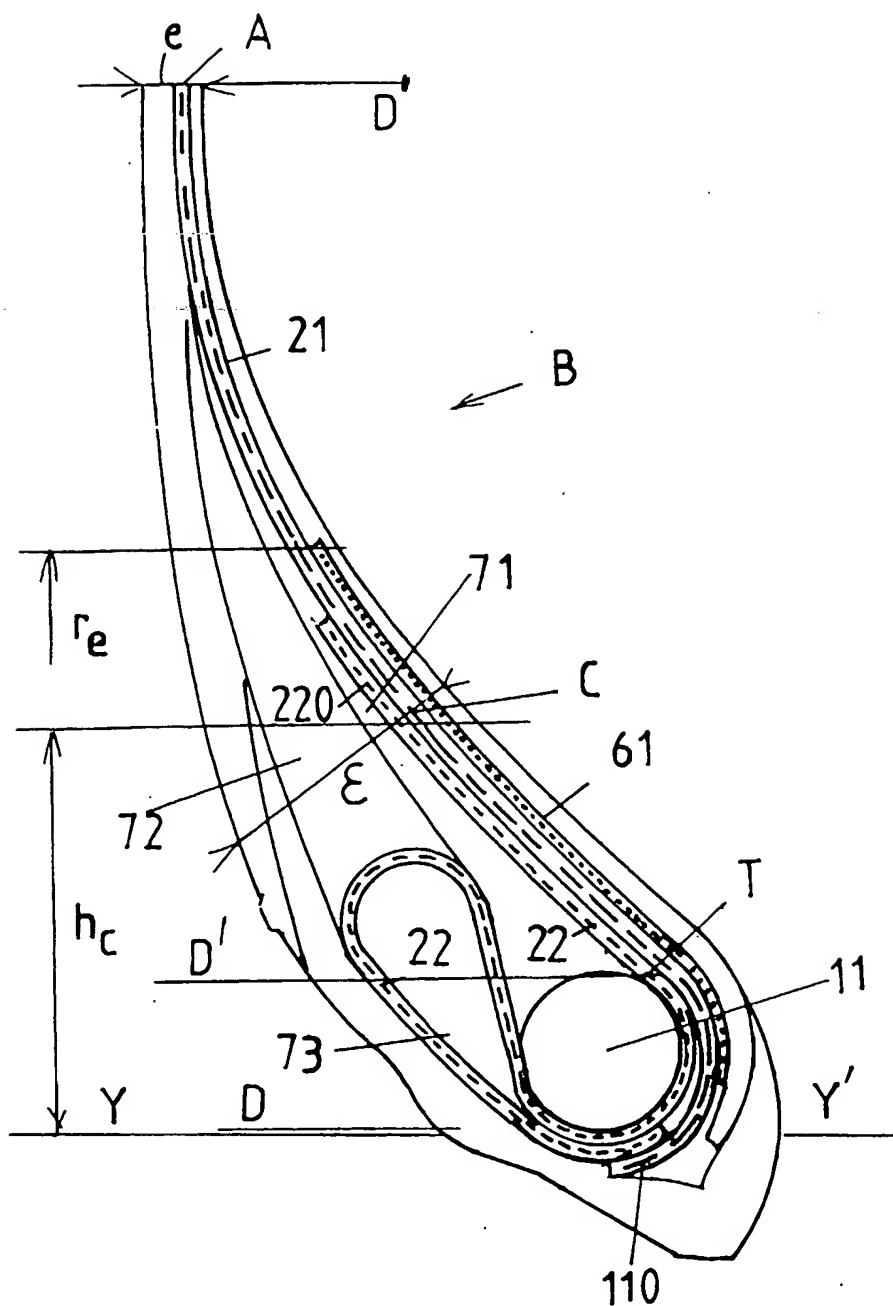


FIG 4

